



وزارة التربية والتعليم
الإدارة المركزية لتطوير المناهج
إدارة تنمية مادة العلوم

الكيمياء



التحليل الكيمياء
الصف الثالث ثانوى
2024 / 2023

الباب الثانى

لجنة الإعداد

ا/سامح وليم صادق يوسف

ا/ إيمان بالله ابراهيم محمد

ا/ مينا عطية عبد الملك

المراجع

ا/ عبد الله عبد الواحد عباس

الإشراف الفنى
مستشار العلوم

د/ عزيزة رجب خليفة

رئيس الإدارة المركزية لتطوير المناهج

د/ أكرم حسن



D.M.RAZK

موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي

الباب الثاني

التحليل الكيميائي



الدرس الأول: التحليل الوصفي (الكشف عن الأنيونات)

الدرس الثاني: الكشف عن الكاتيونات

الدرس الثالث: التحليل الكمي (الحجمي- الكتلّي)

ملخص التحليل الوصفي وأهم القوانين

أسئلة امتحانات الأعوام السابقة



التحليل الكيميائي

يعتبر التحليل الكيميائي أحد فروع علم الكيمياء الهامة الذي ساهم بدور كبير في تقدم هذا العلم. كما لعب دور كبير في تطور المجالات العلمية المختلفة مثل الطب والزراعة والصناعات الغذائية والبيئة وغيرها. **في مجال الطب:** يعتمد تشخيص الأمراض على التحليل الكيميائي مثل تقدير نسبة السكر والزلزال والبولينا والكوليسترول وغيرها حيث تسهل مهمة الطبيب في التشخيص والعلاج. وكذلك تقدير كمية المواد الفعالة في الدواء.

في مجال الزراعة: تحسين خواص التربة وبالتالي المحاصيل عن طريق التحاليل الكيميائية التي تجرى على التربة لمعرفة خواصها من حيث الحموضة والقاعدية، ونوع ونسب العناصر الموجودة بها وبالتالي يمكن معالجتها بإضافة الأسمدة المناسبة.

في مجال الصناعة: التحليل الكيميائي للخامات والمنتجات لتحديد مدى مطابقتها للمواصفات القياسية. **في مجال خدمة البيئة:** معرفة وقياس ما يحتويه الماء والغذاء من الملوثات البيئية الضارة، وكذلك نسب غازات أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين في الجو.

أنواع التحليل الكيميائي

2- التحليل الكمي

تقدير نسبة كل مكون من المكونات الأساسية للمادة

1- تحليل حجمي.

2- تحليل كتلي.

1- التحليل الوصفي (الكيفي)

التعرف على مكونات المادة سواء كانت:

1- **نقية (ملحًا بسيطًا):**

التعرف عليها من الثوابت الفيزيائية " درجة الانصهار - الغليان - الكتلة المولية "

2- **مخلوطًا من عدة مواد:**

يتم فصل كل مكون ثم يتم الكشف عنها بالطرق الكيميائية باستخدام الكواشف المناسبة

ولا بد من إجراء عمليات التحليل الكيفي أولاً للتعرف على مكونات المادة حتى يمكن اختيار أنسب الطرق لتحليلها كميًا.

الدرس الأول: التحليل الكيميائي الوصفي (الكيفي أو النوعي):

التحليل الكيميائي الوصفي يضم فرعين:

أ - تحليل المركبات العضوية:

يتم فيها الكشف عن العناصر والمجموعات الوظيفية الموجودة بغرض التعرف على المركب.

ب- تحليل المركبات غير العضوية:

يتم فيها التعرف على الأيونات التي يتكون منها المركب غير العضوي ويشمل الكشف عن الأنيونات " الشق الحامضي " والكاتيونات " الشق القاعدي " .

وسنكتفي في دراسة التحليل الوصفي بالكشف عن الأنيونات والكاتيونات في المركبات غير العضوية.

الكشف عن الأنيونات " الشق الحامضي ":

أساس الكشف:

ملح حمض أقل ثباتًا + حمض أكثر ثباتًا ← ملح حمض أكثر ثباتًا + حمض أقل ثباتًا
ينحل ويتصاعد غاز يمكن تمييزه

الجدول التالي يوضح تقسيم الأحماض حسب درجة ثباتها (درجة غليانها) وأملاحها

صيغته	الأيون (الشق الحامضي في الملح)	صيغته	الحمض	
CO_3^{2-} HCO_3^-	كربونات بيكربونات	H_2CO_3	حمض الكربونيك	أحماض غير ثابتة
S^{2-}	كبريتيد	H_2S	حمض الهيدروكبريتيك	
SO_3^{2-}	كبريتيت	H_2SO_3	حمض الكبريتوز	
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	الثيوكبريتات	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$	حمض الثيوكبريتيك	
NO_2^-	النيتريت	HNO_2	حمض النيتروز	
Cl^-	كلوريد	HCl	حمض الهيدروكلوريك	أحماض متوسطة الثبات
Br^-	بروميد	HBr	حمض الهيدروبروميك	
I^-	يوديد	HI	حمض الهيدرويوديك	
NO_3^-	نترات	HNO_3	حمض النيتريك	
SO_4^{2-}	كبريتات	H_2SO_4	حمض الكبريتيك	أحماض ثابتة
PO_4^{3-}	فوسفات	H_3PO_4	حمض الأرتوفوسفوريك	

الكشف عن أنيونات مجموعة حمض الهيدروكلوريك المخفف

المخفف (dil. HCl) + الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف		التجربة الأساسية
المعادلات	الكشف عنه والتجارب التأكيدية	الأيون
$\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$ $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq}) \xrightarrow[\text{قصيرة}]{\text{لمدة}} \text{CaCO}_3(\text{s}) \downarrow + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	<p>المشاهدة:</p> <p>يحدث فوران ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يعكر ماء الجير.</p>	الكربونات
$\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \text{MgSO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{MgCO}_3(\text{s}) \downarrow$ $\text{MgCO}_3(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MgCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$	<p>التجربة التأكيدية</p> <p>بإضافة MgSO_4 يتكون راسب أبيض على البارد يذوب في حمض الهيدروكلوريك</p>	CO_3^{2-}
<p>☆ ملاحظات: جميع كربونات الفلزات لا تذوب في الماء، عدا كربونات الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم، وتذوب جميعها في الأحماض. في حين تذوب جميع أملاح البيكربونات في الماء والأحماض</p> <p>☆ "علل" يمرر الغاز لفترة قصيرة.</p> <p>حتى لا يتحول كربونات الكالسيوم إلى بيكربونات كالسيوم تذوب ويختفي التعكير (الراسب).</p>		
$\text{NaHCO}_3(\text{s}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$	<p>المشاهدة:</p> <p>يحدث فوران ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يعكر ماء الجير.</p>	البيكربونات
$2\text{NaHCO}_3(\text{aq}) + \text{MgSO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2(\text{aq})$ $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2(\text{aq}) \xrightarrow{\Delta} \text{MgCO}_3(\text{s}) \downarrow + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$	<p>التجربة التأكيدية</p> <p>بإضافة MgSO_4 يتكون راسب أبيض بعد التسخين.</p>	HCO_3^-

$\text{Na}_2\text{SO}_3(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{SO}_2(\text{g})$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{s}) + 3\text{SO}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow$ $\text{K}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	<p>المشاهدة:</p> <p>يتصاعد غاز SO_2 ذو الرائحة النفاذة الذي يخضر ورقة مبللة بمحلول $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ البرتقالية المحمضة بحمض الكبريتيك المركز.</p>	الكبريتيت SO_3^{2-}
$\text{Na}_2\text{SO}_3(\text{aq}) + 2\text{AgNO}_3(\text{aq}) \rightarrow 2\text{NaNO}_3(\text{aq}) + \text{Ag}_2\text{SO}_3(\text{s}) \downarrow$	<p>التجربة التأكيدية</p> <p>بإضافة محلول ملح AgNO_3 يتكون راسب أبيض من كبريتيت الفضة يسود بالتسخين.</p>	
$\text{Na}_2\text{S}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{S}(\text{s})$ $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{PbS}(\text{s}) \downarrow$	<p>المشاهدة:</p> <p>يتصاعد غاز H_2S ذو رائحة كريهة يسود ورقة مبللة بأسيتات الرصاص II</p>	الكبريتيد S^{2-}
$\text{Na}_2\text{S}(\text{aq}) + 2\text{AgNO}_3(\text{aq}) \rightarrow 2\text{NaNO}_3(\text{aq}) + \text{Ag}_2\text{S}(\text{s}) \downarrow$	<p>التجربة التأكيدية</p> <p>بإضافة محلول نترات الفضة لمحلول الملح يتكون راسب أسود من كبريتيد الفضة</p>	
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow$ $2\text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{SO}_2(\text{g}) + \text{S}(\text{s}) \downarrow$	<p>المشاهدة:</p> <p>يتصاعد غاز SO_2 ويظهر راسب أصفر نتيجة لتعلق الكبريت في المحلول.</p>	الثيوكبريتات $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
$2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq}) + \text{I}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6(\text{aq}) + 2\text{NaI}(\text{aq})$ <p>رباعي ثيونات الصوديوم</p>	<p>التجربة التأكيدية</p> <p>بإضافة محلول I_2 البنى يزول لون اليود البنى</p>	
$\text{NaNO}_2(\text{s}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{HNO}_2(\text{aq})$ $3\text{HNO}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{NO}(\text{g})$ $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$	<p>المشاهدة:</p> <p>يتصاعد غاز NO عديم اللون يتحول عند فوهة الأنبوبة إلى اللون البنى المحمر</p>	نيتريت NO_2^-
$5\text{NaNO}_2(\text{aq}) + 2\text{KMnO}_4(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow$ $5\text{NaNO}_3(\text{aq}) + \text{K}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 2\text{MnSO}_4(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	<p>التجربة التأكيدية</p> <p>بإضافة محلول KMnO_4 المحمضة بحمض الكبريتيك المركز يزول اللون البنفسجي.</p>	

الكشف عن أنيونات مجموعة حمض الكبريتيك المركز

المعادلات		الكشف عنه والتجارب التأكيدية	الأنيون
<p>المعادلات</p> $2\text{NaCl(s)} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{l}) \xrightarrow{\text{مركز}} \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 2\text{HCl(g)}$ $\text{HCl(g)} + \text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl(s)}$		<p>المشاهدة:</p> <p>يتصاعد غاز HCl عديم اللون ويكون سحب بيضاء مع محلول النشادر.</p>	<p>التجربة الأساسية</p>
<p>المعادلات</p> $\text{NaCl(aq)} + \text{AgNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{NaNO}_3(\text{aq}) + \text{AgCl(s)} \downarrow$		<p>التجربة التأكيدية</p> <p>محلول الملح + محلول AgNO₃</p> <p>يتكون راسب أبيض من كلوريد الفضة يتحول إلى بنفسجي عند تعرضه للضوء و يذوب في محلول النشادر المركز.</p>	<p>الكلوريد</p> <p>Cl⁻</p>
<p>المعادلات</p> $2\text{NaBr(s)} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{l}) \xrightarrow{\text{مركز}} \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 2\text{HBr(g)}$ $2\text{HBr(g)} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{l}) \xrightarrow{\text{مركز}} 2\text{H}_2\text{O(l)} + \text{SO}_2(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{v}) \uparrow$		<p>المشاهدة:</p> <p>يتصاعد غاز HBr عديم اللون يتأكسد جزئياً بفعل حمض الكبريتيك وتنفصل أبخرة برتقالية حمراء من البروم تصفر ورقة مبللة بمحلول النشا.</p>	<p>البروميد</p> <p>Br⁻</p>
<p>المعادلات</p> $\text{NaBr(aq)} + \text{AgNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{NaNO}_3(\text{aq}) + \text{AgBr(s)} \downarrow$		<p>التجربة التأكيدية</p> <p>محلول الملح + محلول AgNO₃</p> <p>يتكون راسب أبيض مصفر من AgBr يصبح داكن عند تعرضه للضوء يذوب ببطء في محلول النشادر المركز.</p>	

$2KI(s) + H_2SO_4(l) \xrightarrow{\text{مركز}} K_2SO_4(aq) + 2HI(g)$ $2HI(g) + H_2SO_4(l) \xrightarrow{\text{مركز}} 2H_2O(l) + SO_2(g) + I_2(v)\uparrow$	<p>المشاهدة: يتصاعد غاز HI عديم اللون يتأكسد جزئياً وتفصل أبخرة اليود البنفسجية وتسبب زرقة ورقة مبللة بمحلول النشا.</p>	اليوديد I^-
$NaI(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow NaNO_3(aq) + AgI(s)\downarrow$	<p>التجربة التأكيدية محلول الملح + محلول $AgNO_3$ يتكون راسب أصفر من AgI لا يذوب في محلول النشادر</p>	
$2NaNO_3(aq) + H_2SO_4(aq) \xrightarrow{\text{مركز}} Na_2SO_4(aq) + 2HNO_3(l)$ $4HNO_3(l) \xrightarrow{\Delta} 2H_2O(l) + 4NO_2(g) + O_2(g)$ $Cu(s) + 4HNO_3(l) \xrightarrow{\text{مركز}} Cu(NO_3)_2(aq) + 2H_2O(l) + 2NO_2(g)$	<p>المشاهدة: تتصاعد أبخرة بنية حمراء من NO_2 تزداد بوضع خرطة Cu</p>	نترات NO_3^-
$2NaNO_3(aq) + 6FeSO_4(aq) + 4H_2SO_4(l) \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3(aq) + Na_2SO_4(aq) + 4H_2O(l) + 2NO(g)$ $FeSO_4(aq) + NO(g) \rightarrow FeSO_4 \cdot NO(s)$	<p>التجربة التأكيدية " اختبار الحلقة البنية محلول النترات + محلول كبريتات حديد II + حمض كبريتك مركز على السطح الداخلي للأنبوبة تتكون حلقة بنية تزول بالرج أو التسخين.</p>	

الكشف عن مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم

محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم		التجربة الأساسية
المعادلات	الكشف عنه والتجارب التأكيدية	الأيون
$2Na_3PO_4(aq) + 3BaCl_2(aq) \rightarrow 6NaCl(aq) + Ba_3(PO_4)_2(s)\downarrow$	<p>المشاهدة: يتكون راسب أبيض من فوسفات الباريوم يذوب في حمض HCl المخفف.</p>	الفوسفات PO_4^{3-}
$Na_3PO_4(aq) + 3AgNO_3(aq) \rightarrow 3NaNO_3(aq) + Ag_3PO_4(s)\downarrow$	<p>التجربة التأكيدية إضافة محلول الملح + نترات الفضة يتكون راسب أصفر يذوب في النشادر وحمض النيتريك.</p>	
$Na_2SO_4(aq) + BaCl_2(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + BaSO_4(s)\downarrow$	<p>المشاهدة: يتكون راسب أبيض لا يذوب في حمض HCl المخفف</p>	كبريتات SO_4^{2-}
$Na_2SO_4(aq) + (CH_3COO)_2Pb(aq) \rightarrow 2CH_3COONa(aq) + PbSO_4(s)\downarrow$	<p>التجربة التأكيدية إضافة محلول الملح + أسيتات رصاص II يتكون راسب أبيض</p>	

الدرس الثاني: (الكشف عن الكاتيونات):

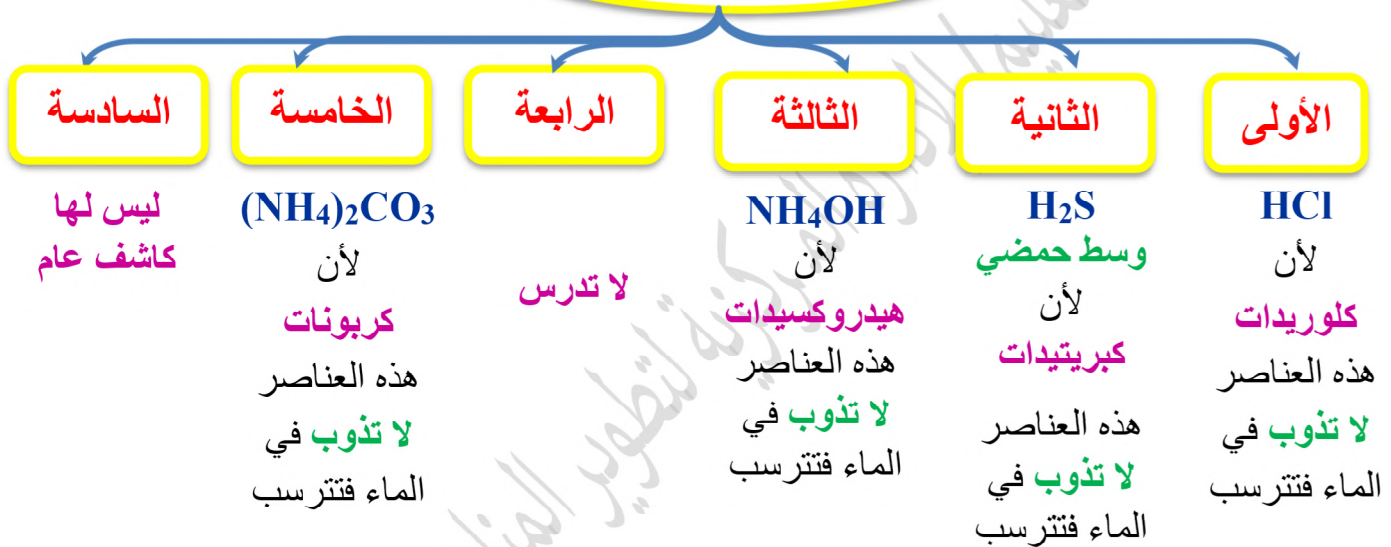
الكشف عن الشقوق القاعدية أكثر تعقيداً من الكشف عن الشقوق الحمضية للأسباب الآتية:

- 1- عدد الشقوق القاعدية أكثر من عدد الشقوق الحمضية.
- 2- الشقوق القاعدية متداخلة.
- 3- الشق القاعدى الواحد له أكثر من حالة تأكسد.

تم تقسيم الشقوق القاعدية إلى ست مجموعات لكل مجموعة كاشف عام لها وهي:



المجموعة التحليلية



يعتمد هذا التقسيم على اختلاف ذوبان أملاح أو مركبات هذه الفلزات في الماء:

فمثلاً كلوريدات فلزات المجموعة التحليلية الأولى وهي كلوريدات الفضة (I)، والزرنيق (I)، والرصاص (II) شحيحة الذوبان في الماء. لذا ترسب هذه الفلزات على هيئة كلوريدات بإضافة كاشف المجموعة وهو حمض الهيدروكلوريك المخفف.

المجموعة التحليلية الثانية:



يتم بإذابة الملح في الماء وإضافة حمض هيدروكلوريك مخفف ليصير المحلول حامضياً ثم يمرر فيه غاز كبريتيد الهيدروجين.

الكشف عن كاتيون Cu²⁺

محلول ملح النحاس II + كاشف المجموعة (HCl + H₂S) يتكون راسب أسود من كبريتيد النحاس II



المجموعة التحليلية الثالثة:

تترسب كاتيوناتها على هيئة هيدروكسيدات ويستخدم NH_4OH ككاشف عندما تكون نقية

محلول الملح + كاشف المجموعة NH_4OH

المعادلات	الكشف عنه والتجارب التأكيدية	الكاتيون
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq}) + 6\text{NH}_4\text{OH}(\text{aq}) \rightarrow$ $3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 2\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})\downarrow$	<p>المشاهدة: يتكون راسب أبيض جيلاتيني يذوب في الأحماض المخففة</p>	الألومنيوم Al^{3+}
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq}) + 6\text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow$ $3\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 2\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})\downarrow$ $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow$ $\text{NaAlO}_2(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	<p>التجربة التأكيدية محلول الملح + محلول NaOH يتكون راسب أبيض جيلاتيني يذوب في مزيد من NaOH مكونًا ميتا ألومينات صوديوم</p>	
$\text{FeSO}_4(\text{aq}) + 2\text{NH}_4\text{OH}(\text{aq}) \rightarrow$ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{Fe}(\text{OH})_2(\text{s})\downarrow$	<p>المشاهدة: يتكون راسب أبيض يتحول إلى أبيض مخضر في الهواء ويذوب في الأحماض</p>	الحديد Fe^{2+}
$\text{FeSO}_4(\text{aq}) + 2\text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow$ $\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{Fe}(\text{OH})_2(\text{s})\downarrow$	<p>التجربة التأكيدية يتكون راسب أبيض مخضر من $\text{Fe}(\text{OH})_2$</p>	

$\text{FeCl}_3(\text{aq}) + 3\text{NH}_4\text{OH}(\text{aq}) \rightarrow$ $3\text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq}) + \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})\downarrow$	<p>المشاهدة: يتكون راسب جيلاتيني بني محمّر يذوب في الأحماض</p>	الحديد Fe^{3+}
$\text{FeCl}_3(\text{aq}) + 3\text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow$ $3\text{NaCl}(\text{aq}) + \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})\downarrow$	<p>التجربة التأكيدية يتكون راسب بني محمر من $\text{Fe}(\text{OH})_3$</p>	

المجموعة التحليلية الخامسة:

يتم ترسيبها على هيئة كربونات بإضافة محلول كاشف المجموعة وهو كربونات

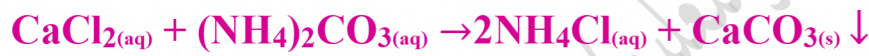
الأمونيوم، ومن أمثلتها كاتيون الكالسيوم (Ca^{2+})

محلول الملح + محلول كربونات الأمونيوم $(NH_4)_2CO_3$

يتكون راسب أبيض يذوب في حمض HCl المخفف ويذوب في الماء المحتوى

على ثاني أكسيد الكربون. **علل**

لتحول كربونات الكالسيوم غير الذائبة إلى بيكربونات كالسيوم تذوب في الماء



التجربة التأكيدية: محلول الملح + حمض الكبريتيك المخفف راسب أبيض من كبريتات كالسيوم.



الكشف الجاف: يلون Ca^{2+} لهب بنزن باللون الأحمر الطوبى.

تدريبات على الكاتيونات

1- يمكن فصل أيون الكلوريد في صورة:

د- $BaCl_2$

ج- $FeCl_2$

ب- Hg_2Cl_2

أ- $HgCl_2$

2- عند إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين في وسط حمضي إلى محلول الملح الناتج من تفاعل النحاس مع

حمض النيتريك المركز يتكون راسب:

د- أزرق.

ج- بني محمر.

ب- أسود.

أ- أبيض.

3- أثناء تجربة للكشف عن كاتيون أحد الأملاح تم إضافة قليلاً من NaOH فتكون راسب، وبإضافة

المزيد من NaOH يتكون:

د- $Al(OH)_3(s)$

ج- $NaNO_3(aq)$

ب- $BaSO_4(s)$

أ- $NaAlO_2(aq)$

4- يتفاعل محلول هيدروكسيد الصوديوم مع ناتج أكسدة الحديد الساخن بواسطة الكلور ويتكون:

ب- راسب بني محمر.

أ- لون بني محمر.

د- راسب أبيض مخضر.

ج- لون أبيض مخضر.



تراكم معرفي

الصف الثالث الثانوي

مراجعة المفاهيم والقوانين التي سبق دراستها:

المول: هو كمية المادة التي تحتوى على عدد أفوجادرو من الجسيمات (جزيئات أو ذرات أو أيونات أو وحدات صيغة أو إلكترونات).



يلزم 3 مول من الإلكترونات لاختزال 1 مول من أيونات Al^{3+} لتكوين 1 مول من ذرات Al.

الكتلة المولية (g/mol): مجموع الكتل الذرية للعناصر الداخلة في تركيب الجزيء أو وحدة الصيغة مقدره بوحدة الجرام.

$$\text{عدد المولات (mol)} = \frac{\text{كتلة المادة (g)}}{\text{الكتلة المولية (g/mol)}}$$

$$\text{عدد الجزيئات} = \text{عدد مولات الجزيئات} \times \text{عدد أفوجادرو}$$

$$\text{(أو الذرات أو الأيونات)} \quad (\text{أو الذرات أو الأيونات}) \quad 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{حجم الغاز (L)} = \text{عدد مولات الغاز (mol)} \times 22.4 \text{ (mol/L) (STP)}$$

$$\text{كثافة الغاز (g/L)} = \frac{\text{الكتلة المولية (g/mol)}}{22.4 \text{ (L/mol) (STP)}}$$

$$\text{التركيز المولارى (M)} = \frac{\text{عدد المولات (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}}$$

$$\text{النسبة المئوية الكتلية لعنصر في مركب (g/g \%)} = 100 \times \frac{\text{كتلة العنصر في مول من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}}$$

$$\text{النسبة المئوية الكتلية لمركب في عينة غير نقية} = 100 \times \frac{\text{كتلة المركب في العينة}}{\text{كتلة العينة غير النقية}}$$

لاحظ أن:

$$\text{قانون التخفيف} = (M.V) \text{ قبل التخفيف} = (M.V) \text{ بعد التخفيف}$$

لحساب حجم الماء اللازم لعملية التخفيف =

حجم المحلول المخفف (بعد التخفيف) - حجم المحلول المركز (قبل التخفيف)

تدريب

الدرس الثالث: التحليل الكمي



أنواع التحليل الكمي



أولاً: التحليل الحجمي: تعتمد هذه الطريقة على قياس حجوم المواد المراد تقديرها. وفي هذا النوع من التحليل فإن حجمًا معلومًا من المادة المراد تحديد تركيزها يضاف إليه محلول من مادة معلومة التركيز حتى يتم التفاعل الكامل بين المادتين. ويعرف المحلول **معلوم التركيز بالمحلول القياسي**. وتعرف عملية تعيين تركيز حمض أو (قاعدة) بمعلومية الحجم اللازم منه للتعاادل مع قاعدة أو (حمض) معلوم الحجم والتركيز بالمعايرة.

المعايرة

عملية الغرض منها تعيين تركيز محلول مادة مجهولة التركيز بمعلومية محلول مادة أخرى معلومة التركيز تعرف باسم المحلول القياسي.

المحلول القياسي

هو محلول معلوم التركيز بالضبط ويستخدم لمعرفة محلول مجهول التركيز.

ولاختيار المحلول القياسي يجب معرفة التفاعل المناسب الذي يتم بين محلولي المادتين وهذه

التفاعلات قد تكون:

- 1- تفاعلات **تعاادل** وتستخدم في تقدير الأحماض والقواعد.
 - 2- تفاعلات **أكسدة واختزال** وتستخدم في تقدير المواد المؤكسدة والمختزلة.
 - 3- تفاعلات **الترسيب** وتستخدم في تقدير المواد التي يمكن أن تعطى نواتج شحيحة الذوبان في الماء.
- ✍ فإذا كانت المادة المراد تقديرها **حامضًا** يستخدم في المعايرة محلول قياسي من قلوي أو قاعدة (هيدروكسيد صوديوم أو كربونات صوديوم).

وإذا كانت المادة المراد تقديرها ذات **خصائص قاعدية** يستخدم محلول قياسي معلوم التركيز من **الحمض** لمعايرتها وهكذا.

نقطة نهاية التفاعل (End Point)

هي النقطة التي يتم عندها تمام تفاعل التعادل بين الحمض والقاعدة.

الأدلة

عبارة عن أحماض أو قواعد عضوية ضعيفة لها ألوان مختلفة تتوقف على الوسط التي توضع فيه.

تستخدم أدلة لتحديد نقطة نهاية التفاعل بتغير لونها بتغيير وسط التفاعل.



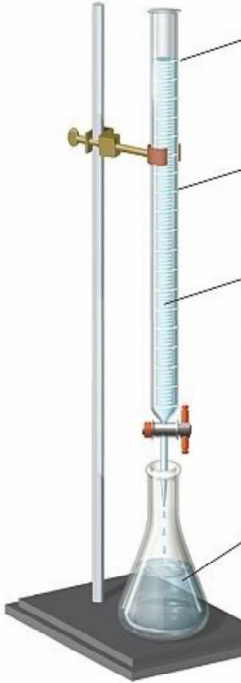
اللون في الوسط المتعادل	اللون في الوسط القاعدي	اللون في الوسط الحمضي	الدليل
أرجواني	أزرق	أحمر	عباد الشمس
برتقالي	أصفر	أحمر	الميثيل البرتقالي
عديم اللون	أحمر	عديم اللون	الفينولفثالين
أخضر فاتح	أزرق	أصفر	أزرق بروموثيمول

تجربة



تقدير تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم مجهول التركيز بالمعايرة مع محلول قياسي معلوم

التركيز من حمض الهيدروكلوريك (0.1 mol / L):



1- ينقل حجم معلوم (25 mL) من محلول القلوي إلى دورق **صفر** مخروطي باستخدام ماصة.

2- يضاف إليه قطرتين من محلول دليل مناسب محلول **سلحاجة بداخلها الحمض** (عباد الشمس أو أزرق بروموثيمول).

3- تملأ السحاحة بالمحلول القياسي من حمض الهيدروكلوريك.

4- يضاف محلول الحمض بالتدريج إلى محلول القلوي حتى يتغير

لون الدليل مشيرًا إلى نهاية التفاعل (نقطة التعادل) **دورق مخروطي به محلول هيدروكسيد الصوديوم + الدليل**

5- تكتب المعادلة موزونة:



6- وبالتعويض في هذا القانون يتم تقدير تركيز القلوي

$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

حيث:

M_b : تركيز القلوي المستخدم.

V_b : حجم القلوي المستخدم.

n_b : عدد مولات القلوي

في معادلة التفاعل الموزونة.

M_a : تركيز الحمض المستخدم.

V_a : حجم الحمض المستخدم.

n_a : عدد مولات الحمض

في معادلة التفاعل الموزونة.

ثانيًا: التحليل الكتلّي:

الأساس العلمي: يعتمد التحليل الكتلّي على فصل المكون المراد تقديره ثم تعيين كتلته وباستخدام الحساب الكيميائي يمكن حساب كميته. ويتم فصل المكون بطريقتين:

1- طريقة التطاير
2- طريقة الترسيب

أولاً: طريقة التطاير

الأساس العلمي: السماح بتطاير العنصر أو المركب المراد تقديره، وتجرى عملية التقدير بطريقتين:

أ- جمع المادة المتطايرة وتعيين كتلتها أو ب- تعيين مقدار النقص في كتلة المادة الأصلية حسابياً

- عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت $\text{BaCl}_2 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ كتلتها 2.6903 g ، سخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها فوجدت 2.2923 g احسب النسبة المئوية لماء التبخر من الكلوريد المتهدرت. ثم أوجد عدد جزيئات ماء التبخر وصيغته الجزيئية.

كتلة المادة المتبلرة (قبل التسخين) = 2.6903 g

كتلة المادة غير المتبلرة (بعد التسخين) = 2.2923 g

كتلة ماء التبخر = كتلة المادة المتبلرة - كتلة المادة غير المتبلرة = $2.2923 - 2.6903 = 0.398 \text{ g}$

لحساب النسبة المئوية لماء التبخر = (كتلة ماء التبخر / كتلة العينة المتبلرة) $\times 100$

= $100 \times (2.6903 / 0.398) = 14.79 \%$

إيجاد عدد جزيئات الماء (الصيغة الجزيئية للمركب أو قيمة X)

كتلة مول من المادة غير المتهدرت (BaCl_2)	كتلة H_2O X
كتلة المادة غير المتبلره في المسألة (بعد التسخين)	كتلة ماء التبخر
208 g/mol	$18 x$
2.2923 g	0.398 g

$$2 = \frac{208 \times 0.398}{2.2923 \times 18} = (\text{عدد جزيئات ماء التبخر}) \times X$$

... الصيغة الجزيئية لكلوريد الباريوم المتهدرت هي $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

ثانياً: طريقة الترسيب

الأساس العلمي: تعتمد هذه الطريقة على ترسيب العنصر أو المكون المراد تقديره على هيئة مركب نقي شحيح الذوبان وذو تركيب كيميائي ثابت ومعروف.

- يفصل هذا المركب عن المحلول بالترشيح على ورق ترشيح عديم الرماد

(نوع من ورق الترشيح يحترق احتراقاً كاملاً ولا يترك أي رماد)

- ينقل ورق الترشيح وما عليه من الراسب إلى بوتقة الاحتراق وتحرق تماماً حتى يتطاير مكونات ورق الترشيح ويتبقى الراسب. ويمكن تعيين كتلة العنصر أو المركب من خلال كتلة الراسب حسابياً.

تدريبات على التحليل الكمي

ملخص التحليل الوصفي:أولاً الكشف عن أنيونات المجموعة الأولى: التجربة الأساسية: الملح الصلب + HCl مخفف

CO ₂	يحدث فوران ويتصاعد غاز يعكر ماء الجير عند مروره لفترة قصيرة $2\text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_{3(s)} + 2\text{HCl}_{(aq)}$	الكربونات CO ₃ ²⁻
CO ₂	يحدث فوران ويتصاعد غاز يعكر ماء الجير عند مروره لفترة قصيرة	البكربونات HCO ₃ ⁻
H ₂ S	يتصاعد غاز له رائحة كريهة ويسود ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص II	الكبريتيد S ²⁻
SO ₂	يتصاعد غاز له رائحة نفاذة ويخضر ورقة مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك	الكبريتيت SO ₃ ²⁻
SO ₂	يتصاعد غاز له رائحة نفاذة ويخضر ورقة مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك مع تكون معلق أصفر من الكبريت S	الثيوكبريتات S ₂ O ₃ ²⁻
NO	يتصاعد غاز عديم اللون يتحول إلى بني محمر من NO ₂ عند فوهة الأنبوبة (ملاسته للهواء)	النيتريت NO ₂ ⁻

ثانياً الكشف عن أنيونات المجموعة الثانية:التجربة الأساسية: الملح الصلب + H₂SO₄ مركز مع التسخين الهين إذا لزم الأمر

HCl	يتصاعد غاز HCl له رائحة نفاذة ويكون سحب بيضاء مع ساق مبللة بالنشادر	الكلوريد Cl ⁻
Br ₂	يتصاعد غاز HBr الذي يتأكسد جزئياً بفعل حمض الكبريتيك وتتصاعد أبخرة البروم البرتقالية الحمراء التي تصفر ورقة نشا	البروميد Br ⁻
I ₂	يتصاعد غاز HI الذي يتأكسد جزئياً بفعل حمض الكبريتيك وتتصاعد أبخرة اليود البنفسجية التي تزرق ورقة نشا	اليوديد I ⁻
NO ₂	تتصاعد أبخرة بنية حمراء تزداد كميتها بإضافة خرطة نحاس	النترات NO ₃ ⁻

ثالثاً الكشف عن أنيونات المجموعة الثالثة: التجربة الأساسية: محلول الملح + محلول BaCl₂

BaSO ₄	يتكون راسب أبيض لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف	الكبريتات SO ₄ ²⁻
Ba ₃ (PO ₄) ₂	يتكون راسب أبيض يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف	الفوسفات PO ₄ ³⁻

التجارب التأكيدية:

Ag₂S	يتكون راسب أسود من كبريتيد الفضة	(1) الكبريتيد S²⁻	محلول الملح + محلول نترات الفضة
Ag₂SO₃	يتكون راسب أبيض يسود بالتسخين من كبريتيت الفضة	(1) الكبريتيت SO₃²⁻	
AgCl	يتكون راسب أبيض يتحول إلى بنفسجي في الضوء ويذوب في محلول النشادر المركز	(2) الكلوريد Cl⁻	
AgBr	يتكون راسب أبيض مصفر يقتم لونه في الضوء ويذوب ببطء في محلول النشادر المركز	(2) البروميد Br⁻	
AgI	يتكون راسب أصفر لا يذوب في محلول النشادر المركز	(2) اليوديد I⁻	
Ag₃PO₄	يتكون راسب أصفر يذوب في محلول النشادر وحمض النيتريك	(3) الفوسفات PO₄³⁻	

CaCO₃	يتكون راسب أبيض على البارد يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف	(1) الكربونات CO₃²⁻	محلول الملح + محلول كبريتات ماغنسيوم
Ca(HCO₃)₂ CaCO₃	يتكون راسب أبيض بعد التسخين يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف	(1) البيكربونات HCO₃⁻	
NaI + Na₂S₄O₆ رباعي ثيونات الصوديوم	يزول اللون البني	(1) الثيوكبريتات S₂O₃²⁻	محلول الملح + محلول اليود البني
NaNO₃ + K₂SO₄ + MnSO₄	يزول اللون البنفسجي للبرمنجنات	(1) النيتريت NO₂⁻	محلول الملح + محلول برمنجنات بوتاسيوم محمضة
FeSO₄ .NO	تتكون حلقة بنية تزول بالرج أو التسخين	(2) النترات NO₃⁻	تجربة الحلقة البنية
PbSO₄	يتكون راسب أبيض لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف	(3) الكبريتات SO₄²⁻	محلول الملح + محلول أسيتات الرصاص II

الكشف عن الكاتيونات "الشقوق القاعدية"المجموعة التحليلية الثانية

محلول الملح + HCl حتى يصبح الوسط حمضي ثم نمرر غاز H_2S

المشاهدة: يتكون راسب أسود من CuS يذوب في حمض النيتريك الساخن

المجموعة التحليلية الثالثة

Al^{3+}	التجربة
يتكون راسب أبيض جيلاتيني لا يذوب في الزيادة من الكاشف ولكن يذوب في الأحماض المخففة	الأساسية محلول الملح + محلول NH_4OH
يتكون راسب أبيض جيلاتيني يذوب في الزيادة من الكاشف مكوناً ميتا ألومينات الصوديوم	التأكيدية محلول الملح + محلول $NaOH$

Fe^{2+}	التجربة
يتكون راسب أبيض مخضر يذوب في الأحماض المخففة	الأساسية محلول الملح + محلول NH_4OH
يتكون راسب أبيض مخضر يذوب في الأحماض المخففة	التأكيدية محلول الملح + محلول $NaOH$

Fe^{3+}	التجربة
يتكون راسب بني محمر يذوب في الأحماض المخففة	الأساسية محلول الملح + محلول NH_4OH
يتكون راسب بني محمر يذوب في الأحماض المخففة	التأكيدية محلول الملح + محلول $NaOH$

المجموعة التحليلية الخامسة

التجربة	Ca ²⁺
<u>الأساسية</u> محلول الملح + محلول كربونات الأمونيوم	يتكون راسب أبيض يذوب في الأحماض المخففة وفي الماء المذاب به CO ₂
<u>التأكيدية</u> محلول الملح + حمض كبريتيك مخفف	يتكون راسب أبيض لا يذوب في الأحماض المخففة
كشف اللهب	يلون لهب بنزن بلون أحمر طوبي

ملخص القوانين:

عدد وحدات المادة (ذرات - جزيئات - أيونات)	عدد المولات =
عدد أفوجادرو	
كتلة المادة بالجرام	
الكتلة المولية	
حجم الغاز	عدد المولات =
22.4	
التركيز x الحجم بالتر	

$$\text{كثافة الغاز (g / L)} = \frac{\text{الكتلة المولية (g / mol)}}{22.4 \text{ (L / mol)}} \text{ في (STP)}$$

$$100 \times \frac{\text{كتلة العنصر في مول من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} = \text{النسبة المئوية الكتلية لعنصر في مركب (g/g \%)}$$

$$100 \times \frac{\text{كتلة المركب في العينة}}{\text{كتلة العينة غير النقية}} = \text{النسبة المئوية الكتلية لمركب في عينة غير نقية}$$

قانون المعايرة:

$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$